

L'agriculture et l'élevage dans les plaines indo-gangétiques de l'Inde : vers une nouvelle intégration

Bruno BARBIER¹
Véronique ALARY²
Daniel DEYBE³

¹ Cirad Amis Ecolol, 73 rue Jean-François Breton
- TA 40/15, 34398 Montpellier Cedex 5
bruno.barbier@cirad.fr

² Cirad emvt-ppa, ICARDA Tunis Office,
6 rue Ibn Rachik, Nouvelle Ariana,
2080 Tunis, Tunisie
veronique.alary@cirad.fr

³ Cirad drei, Commission européenne - DG RDT,
Rue de la Loi 200 - LX46 1/94,
1049 Bruxelles, Belgique
daniel.deybe@cec.eu.int

Abstract: A huge importer of food aid in the post-independence years, India has rapidly reached self-sufficiency in grain in the late sixties, thanks to a pro-active policy oriented towards grain production in the indo-gangetic plains. However facing the today's gigantic surpluses of grains, and the worrisome budget deficit of the central government and the Indian states, India has come under pressure from various national and international institutions to shift state support from grain production to other productions. For the indo-gangetic plains, current grain basket of India, dairy is considered among the best alternatives. Grain producers of these regions are already the one contributing most, with producers from the North West (Gujarat, Maharashtra), to the national dairy production and they are the ones with the better chances to respond to the increasing national demand for dairy products. The simulations developed in this study show that there is an important potential for crop livestock integration and that this integration can maintain agricultural incomes; partially compensate the likely reduction of subsidies and contribute to a better management of soil fertility. Whether national production will be able to respond to the demand in grain from both humans and animals, is a hot debate in India. On one hand, dairy production system is so extensive that production can be increased easily without much additional feeding of grain or concentrates but with cheaper sources of forages. On the other hand, the rapidly increasing poultry industry depends heavily upon maize, which is still a marginal production in India.

Key words: dairy production, livestock, grain production, fertilization, markets

L'agriculture indienne est célèbre pour sa révolution verte qui lui a permis d'atteindre contre toute attente l'autosuffisance céréalière par une augmentation considérable de la production de riz et de blé. Cette intensification ignorait cependant les complémentarités de l'agriculture avec l'élevage, voire les décourageait puisque, indirectement, elle incitait la substitution de la fumure animale par les engrais chimiques et la substitution de la traction animale par des moteurs que ce soit pour l'exhaure de l'eau, le transport ou les cultures. Plus généralement, la révolution verte a encouragé la spécialisation céréalière des zones favorisées de la plaine indo-gangétique, et la relégation en régions marginales des autres productions comme les oléagineux et les céréales secondaires.

Dans la plaine indo-gangétique, par contre, l'élevage laitier a mieux que résisté. Au début des années soixante-dix, des petites coopératives laitières de l'est du pays (Etat du Gujarat) ont réussi, avec l'appui de l'Etat et d'organismes internationaux, à engager ce qui est devenu la « révolution blanche », et qui a essaimé dans une grande partie de l'Inde. Grâce à ce mouvement, l'Inde est devenue depuis 1998 le premier producteur mondial de lait, et c'est la plaine indo-gangétique qui est en passe de devenir le bassin laitier de l'Inde. Or, si la céréaliculture a fait l'objet d'une attention particu-

lière, l'élevage et les relations entre agriculture et élevage sont beaucoup moins bien documentés et compris. Pourtant, une meilleure intégration des deux activités permettrait probablement d'augmenter considérablement les revenus agricoles, de réduire les coûts de production et de mieux gérer les ressources sols et eau, actuellement mises à mal par une gestion trop simplifiée, et peut-être trop subventionnée, des systèmes de culture.

Dans cet article, nous abordons cette problématique sous plusieurs angles. D'abord, nous regardons l'évolution de la demande alimentaire indienne, qui se détourne progressivement des céréales vers le lait et dans une moindre mesure vers la viande, ce qui conduit à s'interroger sur les capacités de l'agriculture indienne à répondre à cette nouvelle donne. Les relations entre l'agriculture et l'élevage seront ensuite analysées par le biais d'une modélisation d'exploitations représentatives en Haryana, dont les simulations confirment que l'avenir des zones de la révolution verte passe au moins autant par le développement de l'élevage que par celui de la céréaliculture. Enfin, cette analyse nous conduira à discuter des dernières réformes en matière agricole ainsi que de la récente ouverture de l'Inde au marché mondial.

La diversification de la demande, moteur du changement

Le Mahatma Gandhi déclarait que « s'il a fallu la moitié des ressources de la planète pour que le Royaume-Uni arrive à ce niveau de prospérité, de combien de planètes l'Inde aurait-elle besoin ? » [1]. Selon lui, seuls la frugalité, l'austérité, la préférence nationale et la protection des productions nationales permettraient aux Indiens d'éviter exploitation, pauvreté et famines. Or, depuis l'indépendance, l'Inde a réussi une révolution agricole remarquable et la population indienne, tout au moins sa classe moyenne, ne veut plus limiter son alimentation aux céréales et aux lentilles. Elle réclame des œufs et du lait, des fruits et légumes, des produits transformés et de la viande (de volaille avant tout).

Qui plus est, de 1 milliard aujourd'hui, la population indienne devrait passer à 1,3 milliards vers 2020, et à 1,6 milliards en 2050, ce qui ferait de l'Inde le pays le plus peuplé de la planète [2]. Si la croissance économique, proche de 6 % durant la décennie quatre-vingt-dix, se poursuit, elle contribuera encore davantage que la croissance démographique à l'accroissement de la demande alimentaire. Comme la consommation alimentaire indienne

Tableau 1. Projections de la demande alimentaire à l'horizon 2015 ou 2020.

	Bhalla et al. (1999)		Bansil (2000)	Kumar et Paroda (2000)	
Hypothèses					
Horizon de projection	2020		2020	2015	
Année de référence	1993		1993	1995	
Population à l'horizon (millions d'habitants)	1329,1		1280,4	1221	
Taux d'urbanisation à l'horizon	35,0 %		50,0 %	–	
Croissance du PIB par habitant	3,7 %	6,0 %	–	3,5 %	5,5 %
Elasticités-revenu					
Céréales	0,1 (R&U)		–	–	
– Riz	–		–	– 0,016	
– Blé	–		–	– 0,109	
Légumineuses	–		–	0,214	
Lait et produits du lait	1,53 (R) ; 1,05 (U)		–	0,589	
Viande et œufs	1,25 (R) ; 0,74 (U)		–	0,892	
Demande à l'horizon (millions de tonnes)					
Céréales	296,2	374,7	213,8	214,1	210,0
– Alimentation humaine	246,1	267,2	169,0	186,2	182,8
– Alimentation animale	50,1	107,5	31,1		
– Semences, industrie, pertes			13,7		
Légumineuses	–	–	27,0	21,3	18,8
Lait et produits du lait	289,6	646,8	163,0	109,1	127,8
Viande et œufs	19,9	32,0	18,2	11,1	14,1
– Viande de poulet			6,5		
– Viande autre			5,7		
– Œufs			6,0	2,9	3,7

– Pour Bhalla et al. : (R) = Rural ; (U) = Urbain.

– Pour Bansil, la désagrégation des résultats entre céréales et légumineuses laisse apparaître un solde de 7 millions de tonnes, ici additionné aux 20 millions de tonnes de légumineuses projetées en 2020 pour la seule alimentation humaine.

– Pour Kumar et Paroda, les paramètres de la demande indirecte (semences, aliments pour animaux, industrie, pertes) reposent sur des coefficients de la FAO datant de 1992-94.

est encore faible [2], bien inférieure à celle des pays de l'Asie de l'Est et du Sud-Est, les ménages dépenseront une fraction importante des revenus supplémentaires en aliments.

La consommation individuelle de céréales stagne

Grâce à la révolution verte, la majorité des Indiens est désormais rassasiée en céréales. En moyenne, la consommation de céréales par personne commence même à diminuer, celle des céréales secondaires (sorgho, mil, maïs...) a très nettement chuté, celle du blé stagne et celle du riz augmente modérément [3]. Les prévisions sur la consommation future des céréales divergent selon les experts (tableau 1). Bhalla et al. ont récemment suscité une vive controverse en prédisant une consommation totale d'au moins 300 millions de tonnes en 2020, dont 50 millions pour les seuls animaux [4]. Kumar et Bansil prévoient de leur côté une demande beaucoup plus modeste puisque selon eux les consommations individuelles en céréales diminuent avec l'augmentation des revenus, et qu'il existe d'importantes sources d'aliments du bétail plus économiques que les

céréales (divers sous-produits ou résidus de l'agriculture) [5, 6].

La consommation de lait augmente vite

Contrairement à celle des céréales, la consommation de lait devrait poursuivre une croissance spectaculaire. De 1985 à 2000, la consommation annuelle de lait est passée d'environ 40 à près de 80 kg par personne, dont 50 % de lait de bufflesses, 45 % de lait de vaches et 5 % de lait de chèvres [7]. Les perspectives de croissance sont encore importantes puisque la majorité des Indiens sont lacto-végétariens et que l'actuelle consommation est encore freinée par la faiblesse des revenus (les élasticités-revenu pour cette denrée et ses dérivés sont particulièrement importantes). La consommation moyenne indienne est encore inférieure à la moyenne mondiale, mais le quartile des Indiens les plus riches en consomme déjà plus de 120 kilos par an [5, 8]. Pour l'instant, la forme de consommation du lait reste très traditionnelle. 45 % de la production sont d'ailleurs auto-consommés par les producteurs, et guère plus de 10 % transitent par des laiteries industrielles (secteur organisé)

pour être transformé en lait pasteurisé ou stérilisé (45 % en 1997/98), beurre clarifié (35 %), fromage (7 %), lait en poudre (4 %), crèmes glacées ou autres (9 %). Si la majorité des foyers indiens prépare encore elle-même les produits dérivés, sous forme de boisson (principalement dans le thé), de lait caillé, de fromage traditionnel ou autre, la croissance de la demande urbaine pour les produits industriellement transformés serait proche de 30 % par an [9].

La consommation de viande reste faible

L'avenir de la consommation de viande est plus incertain. L'Inde possède le plus grand troupeau bovin du monde mais une des plus faibles consommations de viande, entre 4 ou 5 kilos par habitant contre une quarantaine de kilos au niveau mondial. Ce retard s'explique en partie par des interdits de la religion hindoue par rapport à la viande et en particulier la viande bovine. Cet interdit mentionné dans la constitution fédérale indienne, et appliqué dans certains États, a failli être généralisé par le parti hindouiste qui a dominé la coalition au pouvoir jusqu'au printemps 2004 [10]. Officiellement,

seulement 1,5 % des bovins sont abattus mais selon certains observateurs il est rare qu'une vache meure de vieillesse. Les très vieilles vaches sont plutôt vendues aux voisins musulmans [11]. En fait, dans la société indienne, l'interdit sur la viande est assez complexe. Seulement 20 % de la population indienne appartient à des castes strictement végétariennes et 60 % des castes hindoues respectent l'interdit sur la viande bovine mais pas forcément sur la viande de buffle, moutons, chèvres, volailles, poissons ou sur les œufs. La majorité des castes hindoues dites « inférieures » ne sont pas strictement végétariennes mais manquent de moyens pour acheter de la viande. Les urbains respectent moins l'interdit sur la viande puisque la grande majorité de la population urbaine de l'Est (94 %) et du Sud (84 %) et plus de la moitié de la population urbaine du Nord (53 %) et de l'Est (58 %) ne sont pas strictement végétariennes [12]. Enfin, les religions non-hindouistes représentent tout de même 20 % de la population, soit quelques 200 millions de consommateurs potentiels de viande. C'est la viande blanche qui connaît l'expansion la plus rapide grâce à la demande des foyers non végétariens, de la restauration rapide indienne et grâce aux exportations vers le Moyen Orient et l'Asie du Sud-Est. L'industrie indienne de la volaille, actuellement la cinquième mondiale, essentiellement péri-urbaine, est concentrée entre les mains de quelques grands groupes industriels indiens souvent liés à des capitaux étrangers. La consommation d'œufs connaît une croissance encore plus rapide que la viande mais en partant d'une base très faible puisqu'un urbain n'en consomme qu'une centaine par an et un rural une quinzaine [7]. Cette faiblesse de la consommation s'explique plus par la faiblesse des revenus et le coût élevé des œufs que par un interdit religieux. En effet beaucoup d'Hindous végétariens considèrent que les œufs non fécondés ne sont pas vivants et peuvent donc être consommés. Le principal handicap au développement de la production industrielle de volaille reste le coût élevé des aliments, ce qui peut paraître étrange dans un pays qui dispose de tels stocks de céréales.

L'agriculture indienne pourra-t-elle répondre à la nouvelle demande alimentaire ?

Amartya Sen, le prix Nobel d'économie de nationalité indienne et spécialiste de l'étude des famines, disait récemment « partager la perception de ceux qui pensent que l'Inde ne sera pas capable de produire l'alimentation nécessaire pour nourrir sa population en croissance ». Il n'est effectivement pas sûr que l'Inde a intérêt à poursuivre l'autosuffisance à n'im-

porte quel coût. D'autres grands pays asiatiques, comme la Chine ou l'Indonésie, semblent s'être résignés à importer une partie de leurs céréales. Dans ce document, nous nous concentrons sur les débats relatifs à la production de céréales, des produits laitiers et de la viande.

La croissance de la production céréalière ralentit, sa consommation aussi

Le temps des formidables gains de rendement de la révolution verte est passé. Ils sont aujourd'hui bien plus faibles que dans les années soixante et soixante-dix. Même les anciennes zones céréalières sont confrontées à des difficultés qui ont des causes variées. On incrimine la qualité des semences [13], la mauvaise gestion de l'eau [14], la dégradation de la fertilité des sols [15] et les difficultés de commercialisation [13]. L'État investit moins dans les réseaux d'irrigation car l'autosuffisance céréalière est atteinte et les nouvelles infrastructures d'irrigation sont plus coûteuses, puisque les sites les plus adaptés sont déjà utilisés. Certains considèrent que les investissements et les efforts de recherche doivent être redirigés des productions céréalières vers d'autres productions agricoles [16] et même vers les zones sèches de l'Inde où les retours à l'investissement seraient aujourd'hui plus élevés que dans les zones plus favorisées [17].

Toutefois le ralentissement dans les gains de productivité a été plus lent que la consommation de céréales, provoquant l'accumulation de stocks de céréales gigantesques dont une partie pourrait alors qu'une grande partie de la population indienne n'y a pas accès. En 2002, les stocks officiels de céréales atteignaient près de 60 millions de tonnes [18] soit plus du quart des échanges mondiaux de céréales cette année-là [19]. Si certains experts appellent le gouvernement indien à réduire son soutien à la production céréalière, les lobbys céréaliers rétorquent qu'il faut plutôt envisager de conquérir les marchés céréaliers des autres pays asiatiques, notamment dans le cadre du futur traité de libre échange entre sept pays d'Asie du Sud (SAFTA), notamment ceux dont l'agriculture arrivera difficilement à répondre à la croissance de la demande agroalimentaire, comme le Bangladesh, le Pakistan ou le Népal.

Les défis de l'élevage de bovidés

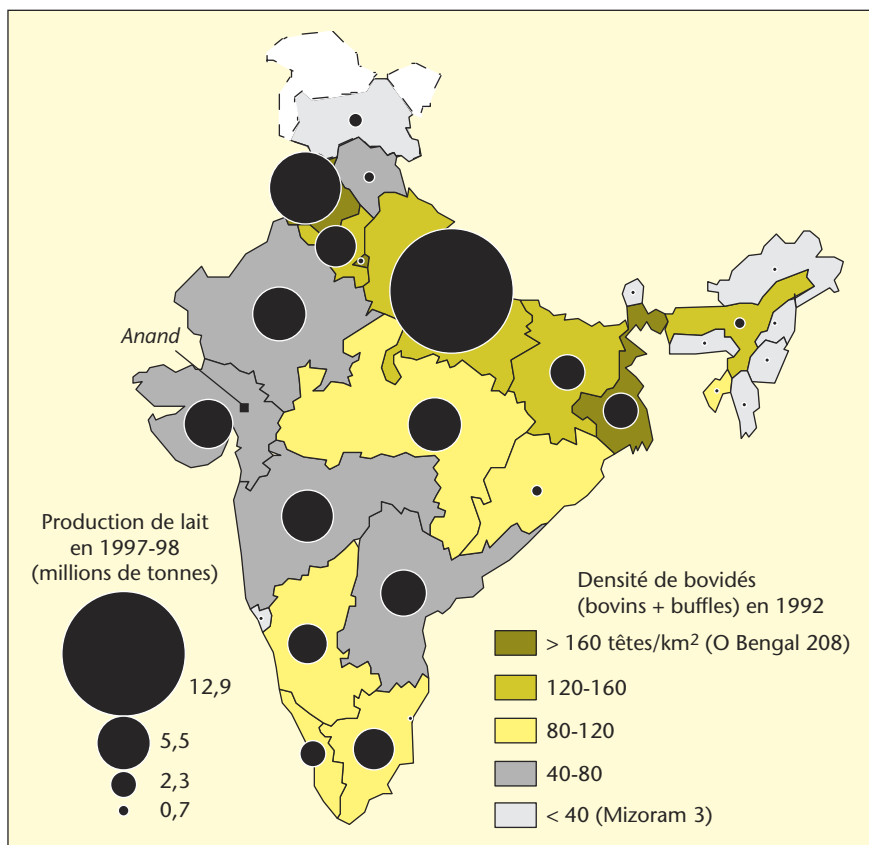
Une des filières particulièrement prometteuses pour compenser les difficultés de la production céréalière est la filière laitière. Avec 13 % de la production laitière mondiale, l'Inde est devenue depuis 1998 le premier producteur devant les États-Unis. En valeur, la production laitière est la première production agricole de l'Inde

devant le riz. Les produits laitiers représentent aujourd'hui les deux tiers de la valeur ajoutée de l'élevage, soit près du quart de la valeur ajoutée agricole¹.

La croissance annuelle de la production laitière indienne atteint aujourd'hui 4 %, contre un peu plus de 1 % avant les années soixante-dix quand l'Inde était l'un des principaux bénéficiaires de l'aide alimentaire internationale en lait et produits laitiers. Ce progrès est en grande partie le résultat des opérations *flood* qui ont consisté à réinvestir les recettes de la vente de l'aide internationale aux populations dans la modernisation du système de collecte coopératif et à fournir une ou deux vaches laitière(s) à plusieurs dizaines de millions de ménages, en majorité des ménages pauvres dont beaucoup étaient sans-terre. Pour ces ménages, le lait constitue d'abord une source alimentaire, mais aussi une source journalière de revenu, une assurance, une épargne, une source d'engrais, d'énergie et une certaine reconnaissance sociale [20]. La production laitière s'est surtout développée dans le Nord, notamment dans la plaine indo-gangétique, la région d'origine de la révolution verte (*carte 1*). L'État a longtemps protégé le secteur coopératif laitier, qui contrôle 60 % de la collecte formelle, par des plafonds à la taille des laiteries, des restrictions à la part des capitaux étrangers dans les entreprises privées et un système restrictif de licences [20]. Or en 1991, le nouveau gouvernement a ouvert le secteur à la concurrence, ce qui a permis à des entreprises nationales ou étrangères, telles que Nestlé et Bon-grain, de s'installer. Dès 1992, face à la multiplication des fraudes et des plaintes des coopératives pour qui les privés profitaient du réseau organisé par les coopératives, le gouvernement fait marche arrière. Désormais les nouveaux arrivants sont exclus des zones déjà occupées par les coopératives, doivent payer un prix au plus égal à celui offert par les coopératives, doivent intégrer des capitaux indiens et peuvent se voir retirer leurs licences en cas de fraude. À l'inverse, l'arrivée des grandes entreprises laitières incite le système coopératif à améliorer son fonctionnement, notamment en réduisant la bureaucratie et la corruption, et en développant sa gamme de produits laitiers industrialisés.

Le secteur laitier indien devra faire de gros efforts de modernisation pour conserver le marché national sans nécessiter une protection aux frontières. La production indienne est en effet très atomisée ; quelques 64 millions de vaches et 39 millions de buffles produisant

¹ La valeur ajoutée est de 20 % pour la viande et le reste se répartit entre le cuir, la soie, la traction animale, la fumure animale et les combustibles à partir des bouses de vaches.



Carte 1. Répartition de la production laitière entre les États de l'Inde, d'après B. Dorin et F. Landy [7]

chacune entre 1 et 3 litres par jour, ce qui induit des coûts de collecte élevés. Les perspectives de modernisation de la production sont aussi contraintes par la petite taille des exploitations. Près de 60 % des bovins sont élevés dans des exploitations de moins de 2 hectares [22] et, pour la très grande majorité des producteurs, l'activité laitière n'est qu'un complément de revenu. Les races de vaches ou de buffles sont généralement locales et, même si elles sont améliorées, la ration fourragère permet rarement d'exprimer leur potentiel génétique. Jusque-là, la croissance du nombre de vaches expliquait l'essentiel de la croissance de la production mais le manque de pâturages rend la croissance des troupeaux de plus en plus problématique. Enfin, un dernier handicap à la modernisation de la production est le maintien en activité des vaches non productives ou en âge de réforme, handicap qui risque de persister longtemps encore.

L'intégration agriculture-élevage

L'agriculture et l'élevage indiens ont toujours été fortement intégrés puisqu'il existe peu d'élevages spécialisés, qu'ils soient pastoraux ou industriels, et que les trois quarts des exploi-

tations indiennes possèdent au moins une tête de bétail. Depuis des siècles, les animaux fournissent le lait, la traction pour les travaux des champs, l'énergie pour l'exhaure de l'eau et le transport et la fumure aux cultures. Inversement, les cultures fournissent les fourrages, surtout des résidus de récolte.

Recul apparent de la traction animale

Jusqu'à la révolution verte, la majorité des producteurs indiens utilisaient les animaux de trait pour assurer les labours, les sarclages, le transport des produits et parfois l'exhaure de l'eau. Encore aujourd'hui la moitié des bovins et le quart des buffles indiens sont attelés. Or depuis la révolution verte, la part de l'énergie animale dans les travaux des champs régresse, remplacée par les petits tracteurs, souvent loués par des entrepreneurs aux petits agriculteurs dont les petites surfaces ne justifient pas un tel investissement [22]. De même, les transports des récoltes, des intrants et des personnes sont progressivement réalisés par des engins motorisés, comme ailleurs en Asie, et l'exhaure de l'eau est réalisée par des pompes électriques ou diesel. Dans les régions dont l'agriculture est plus motorisée, c'est le nombre de bovins mâles qui régresse alors que celui des femelles augmente pour la production laitière. La trac-

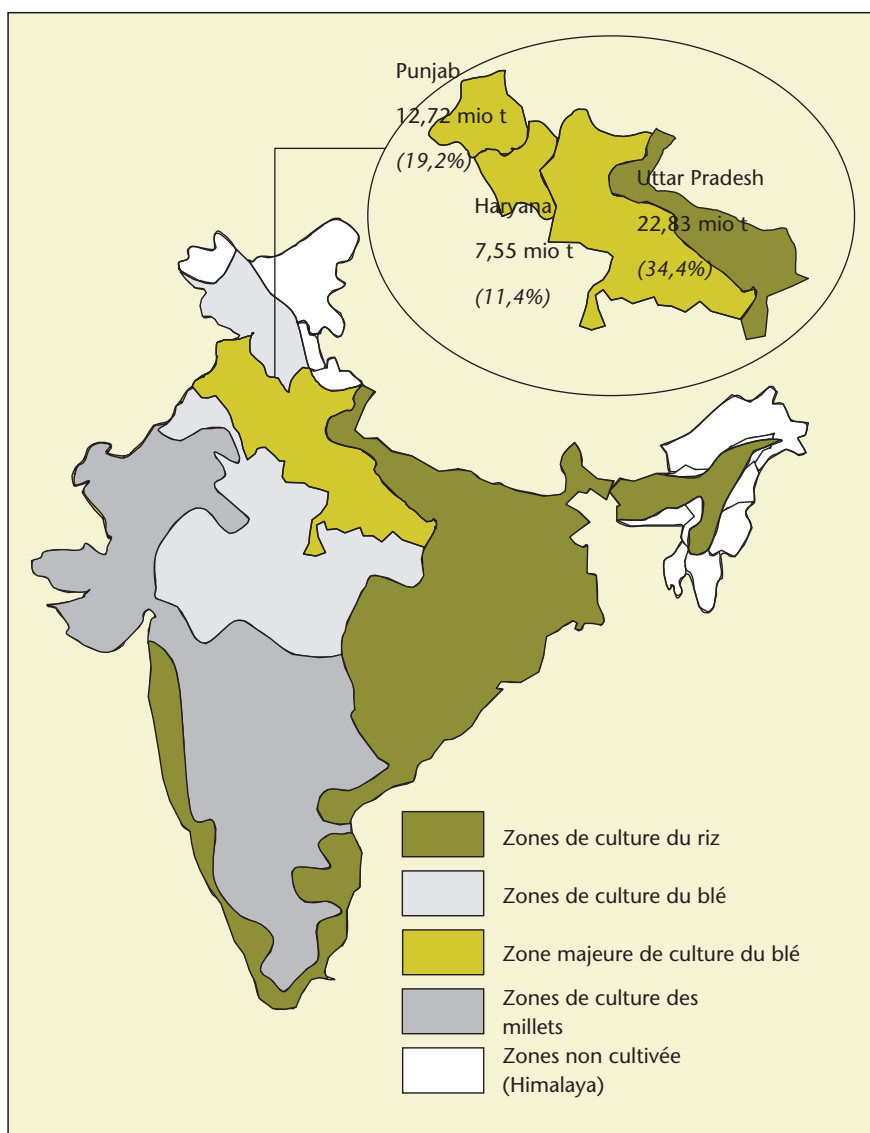
tion animale reste dominante dans les zones isolées et défavorisées, mais dans certaines régions, le manque de fourrage ou de main-d'œuvre pour le gardiennage explique, plus que la concurrence de la motorisation, la difficulté d'un nombre croissant de producteurs à conserver un attelage de trait.

La fumure animale pour enrayer la dégradation des sols

La stagnation actuelle des rendements du riz irrigué et la persistance des faibles rendements des cultures non irriguées s'expliquent en partie par la faiblesse des compléments organiques à la fumure minérale². La révolution verte a favorisé une gestion trop simplifiée de la fumure, qui s'appuie de plus en plus sur les engrais les plus subventionnés, à savoir les engrais azotés. Le déséquilibre dans la fumure explique l'apparition de carences en certains éléments minéraux comme le zinc, le fer, le manganèse et le cuivre, ainsi qu'une baisse générale des taux de matière organique dans les sols [23]. Dans les sols tropicaux, plus que dans les sols des zones tempérées, la fumure organique est un complément indispensable de la fumure minérale ; les apports conjoints de fumier et de fertilisants minéraux ont un effet synergique dont l'efficacité économique est démontrée mais que la recherche agronomique indienne semble avoir en partie négligé [24].

Pourtant, avant la généralisation de l'emploi des engrais minéraux dans les années soixante-dix, le maintien de la fertilité des sols reposait sur une combinaison de fumure animale, de rotations améliorantes incluant des légumineuses et sur la mise en jachère là où l'espace rendait cette pratique possible. L'emploi des engrais minéraux, en permettant des gains de rendements considérables, a réduit les pratiques traditionnelles et a masqué une certaine dégradation des états physiques et biologiques des sols. Les connaissances sur cette dégradation et sur les pratiques de la fumure animale dans l'agriculture indienne sont faibles car le problème n'est pas un sujet de recherche très populaire parmi des agronomes qui de toute façon estiment que les engrais minéraux remplaceront le fumier. Par ailleurs, l'industrie des engrais, en nette surcapacité, est très protégée et subventionnée par l'État, ce qui favorise une certaine surconsommation d'engrais azotés

² Dans la plaine indo-gangétique, la salinisation des sols par remontée des nappes est une autre cause de cette stagnation. Elle était due à des apports excessifs d'eau d'irrigation, mais comme depuis quelques années les puits individuels ont en grande partie remplacé les canaux d'irrigation, la nappe a baissé de plusieurs mètres, réduisant du coup le problème de salinité.



Carte 2. Les zones céréalières de l'Inde et leurs productions (carte réalisée par Beuzit et Bougamont 2001).

[25]. A dire d'expert, seule une petite moitié des bouses serait récupérée, soit comme combustible, soit pour la fumure.

Dans la plaine indo-gangétique, la situation pourrait probablement changer dans la mesure où l'augmentation du troupeau bovin augmente la disponibilité du fumier. En outre, les animaux sont progressivement mis en stabulation en raison du manque de pâturage et l'électrification des campagnes réduit l'emploi de fumier comme combustible. Une approche plus scientifique et plus volontariste de la stabulation des animaux qui divaguent et de la production de fumier paillé, réduira la dépendance des producteurs envers les intrants minéraux, améliorera l'efficacité de ceux-ci et devrait réduire les problèmes environnementaux naissants dans les quelques grands élevages bovins.

Les problèmes environnementaux dus à l'élevage sont encore très localisés puisque jusque-là peu de producteurs ou de régions se spécialisent dans l'élevage. Les quelques élevages laitiers intensifs qui apparaissent dans les zones périurbaines posent très vite des problèmes d'entreposage des déchets, de contamination des nappes, de maladies et de nuisances olfactives pour les populations avoisinantes [26]. La réglementation environnementale indienne est encore faible et peu appliquée, mais si les grands élevages ne sont pas contrôlés ou taxés pour leurs externalités, leurs économies d'échelle et leur proximité des lieux de consommation leur donneront un avantage déloyal sur les petits élevages qui eux au contraire ne sont pas rémunérés pour leurs externalités positives telles que l'enfouissement

des déchets (moins d'émissions de gaz) et de pailles (moins d'émissions de carbone).

La révolution fourragère n'a pas encore démarré

Le principal problème de l'élevage indien reste le manque de fourrages. Les troupeaux augmentent alors que les pâturages diminuent (ils couvrent moins de la moitié du pays). Les pâturages actuels sont situés sur les terres marginales et sont généralement surexploités [27]. Les règles d'utilisation des terres communes sont moins respectées, réduisant les possibilités de gestion durable des pâturages communaux. Les bovins consomment donc essentiellement les résidus de récolte des céréales et des légumineuses et broutent les pourtours herbeux des champs irrigués.

Or les prémices d'un changement s'opèrent dans les régions d'agriculture plus intensive, là où deux ou trois cultures se succèdent dans l'année. Ce sont ces régions qui produisent déjà le plus de lait et qui disposent du plus grand potentiel fourrager sous forme de résidus de récolte. Dans la plaine indo-gangétique, les pailles de blé et de riz sont si abondantes que la moitié doit être brûlée [13]. Mais c'est aussi dans cette région que les producteurs cultivent le plus de fourrages verts, et fournissent le plus de tourteaux et de céréales à leur troupeaux [20].

L'éventuelle fourniture de céréales aux animaux inquiète certains experts qui, en s'appuyant sur des fortes élasticités-revenu de la demande humaine pour les aliments tels que les céréales, le lait et la viande et sur une forte demande animale pour les céréales, prédisent que l'Inde deviendra bientôt un importateur structurel de céréales, tout comme le reste de l'Asie [4] (tableau 1). Pour d'autres comme Kumar [5] et Bansil [6], l'Inde restera probablement autosuffisante car l'élevage laitier nécessitera de toute façon peu de céréales. Si les commentateurs indiens privilégient les prédictions plus optimistes, ils savent aussi que les prévisions actuelles sont basées sur des connaissances très incomplètes des bilans fourragers [28].

Des simulations dans la plaine indo-gangétique

La plaine indo-gangétique, le berceau de la révolution verte et grenier céréalier de l'Inde, a souvent préfiguré les tendances observées ailleurs en Inde. La région, qui inclue les trois États du nord-ouest à savoir le Pendjab, l'Haryana et l'ouest de l'Uttar Pradesh (carte 2), est en train de s'atteler à la révolution blanche. C'est pour tenter d'approfondir ces relations entre l'agriculture et l'élevage dans une hypo-

Tableau 2. Production laitière enquêtée et simulée par type d'exploitation (en litre par an en 1998).

	Situation	Zone aride District de Hisar/Bhiwani			Zone semi-aride (District de Karnal)		
		Saison pluvieuse	Hiver	Été	Saison pluvieuse	Hiver	Été
Expl 0	Enquête	0	0	0	840	1050	630
	Simulation	0	1256	597	938	1687	726
Expl 1	Enquête	960	1200	720	1920	2400	1440
	Simulation	1140	1094	625	1750	2188	1005
Expl 2	Enquête	600	750	450	2280	2850	1710
	Simulation	603	753	434	2353	2942	1439
Expl 3	Enquête				2400	3000	1800
	Simulation				2584	3231	1543
Expl 4	Enquête	2520	3150	1890	4800	6000	3600
	Simulation	2584	2942	1439	4375	5471	2513

thèse de réduction des subventions aux intrants et aux céréales que Alary et Deybe ont construit un modèle sectoriel agricole à partir d'un échantillon d'exploitations représentatives de l'État de l'Haryana [29, 30]. Le modèle de programmation mathématique dynamique et stochastique représente le fonctionnement de cinq types d'exploitation dans les zones agro-écologiques arides et semi-arides. Dans la zone aride, c'est le système blé/coton qui domine avec le développement d'un élevage laitier composé principalement de bufflesses, et dans la zone semi-aride c'est le système blé-riz qui domine.

Dans le modèle, les producteurs maximisent une fonction d'utilité à partir de leur dotation en moyens de production (foncier, système d'irrigation et puissance de la pompe, motorisation ou traction animale, cheptel, etc.), compte tenu d'un ensemble de contraintes techniques (besoin en heures de mécanisation ou de traction, besoin en travail, rotation, besoin en volume d'eau et électricité, besoin en énergie des animaux selon le choix technique et le type de production), de contraintes économiques et financières (accès conditionné et limité au crédit, épargne et investissement, trésorerie), de contraintes réglementaires ou sociales (possibilité de location du travail familial selon la caste, plafond foncier, etc.), de contraintes familiales (couverture des besoins alimentaires) et de contraintes environnementales (essentiellement contrainte d'utilisation de l'eau). Les exploitants élaborent leur système sur les trois saisons de l'année, et ce, sur un horizon de planification de cinq ans qui tient compte des possibilités d'investissement en animaux, en système d'irrigation ou foncier. Dans le modèle, l'intégration agriculture-élevage inclut la production de fumure (pour la fertilisation organique et comme combustible pour la cuisine), la valorisation des produits de l'agriculture dans les rations des animaux (résidus de culture, fourrage vert, etc.) et la production de veaux mâles par les vaches pour la traction animale. Les choix des cultures comme

les choix techniques (mode de fertilisation, alimentation du cheptel) dépendent à la fois des opportunités de valorisation des produits sur le marché local (location d'heure de traction, location de travail, etc.) et national (vente de grain, de lait) mais vont aussi dépendre des coûts des facteurs de production.

Le modèle a été validé sur les cinq types exploitations de chaque zone par comparaison des résultats simulés avec les résultats réels (résultats d'enquête). Les résultats des scénarios de base montrent que le modèle reproduit relativement bien la réalité (choix des cultures, choix technique) comme le système d'élevage (alimentation, production laitière, voir le tableau 2).

Les résultats des simulations (figure 1) montrent qu'une réforme qui se traduirait par une suppression des subventions aux fertilisants et une taxe au volume d'eau utilisé pour l'irrigation, entraînerait une diminution des rendements et un changement d'assolement avec la substitution de cultures gourmandes en eau et en urée comme le riz, par des cultures plus économes comme le coton ou les fourrages.

Ces substitutions peuvent être relativement abruptes. Au-delà de certains seuils de prix, les assolements changent radicalement selon les types d'exploitation. Un renchérissement du coût de l'irrigation, induit par une tarification élevée de l'eau, pourrait provoquer une forte chute des rendements des céréales, donc de la disponibilité des résidus de récolte, ce qui réduirait les fourrages disponibles et la production laitière.

Dans l'ensemble, les simulations soulignent le rôle modérateur que l'élevage aura probablement dans les réformes en cours, par la réduction de l'impact du retrait des subventions dans la mesure où une baisse de rentabilité des cultures pourra être compensée par une plus grande production laitière (scénarios 1 et 4) ou par l'augmentation de la vente de lait, même si elle pourrait s'effectuer au détriment de la consommation familiale (scénarios 1, 2 et 4). L'élevage joue bien un rôle d'activité complémentaire et de diversification. Par contre, la libéralisation réduirait considérablement les revenus des petites et des moyennes exploitations de moins de 4 hectares, ce qui pourrait

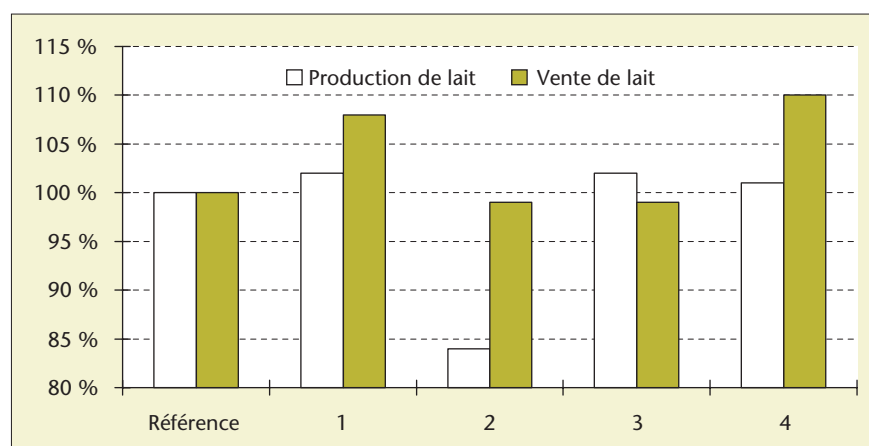


Figure 1. Variation de la production et de la vente de lait pour quatre scénarios dans la zone semi-aride de l'Haryana. Scénarios : 1) taxe sur l'eau de 0,3 Rs/m³, 2) taxe de 0,6 Rs/m³ d'eau, 3) baisse des subventions sur l'urée de 33 %, 4) augmentation du prix de l'urée et baisse du prix des céréales.

nécessiter la mise en place de mesures d'accompagnement ciblées au profit des petits producteurs.

Pour une politique agricole plus équilibrée

La révolution verte a été le résultat d'un soutien multiforme, important et prolongé du gouvernement indien à la production, à la distribution et à la consommation de céréales, ce qui était certainement cohérent en son temps mais qui se justifie moins aujourd'hui. Cette politique agricole est basée sur les subventions aux céréales, aux engrais et à l'électricité pour l'irrigation et par la constitution de stocks de sécurité, mais aussi sur une vulgarisation intense et des investissements massifs dans les infrastructures d'irrigation et dans la distribution des grains. Mais, tout comme en Europe, les subventions à la production ont fini par générer un surplus excessif de céréales.

Dans la plaine indo-gangétique, cette politique a en outre conduit à la baisse rapide des nappes phréatiques, à leur contamination par des nitrates et à la salinisation des sols [31, 32]. Le coût élevé de cette politique a entraîné les secteurs non-agricoles de l'économie indienne à réclamer auprès des récents gouvernements, plutôt libéraux, un transfert d'une partie du budget public de l'agriculture vers les infrastructures nationales telles que les réseaux de communication. Leurs arguments s'appuient sur les excédents de céréales devenus invendables, le déficit budgétaire, supérieur à 11 % du PIB et l'appui disproportionné aux céréales qui défavorise les autres filières agricoles dans lesquelles l'Inde a des avantages comparatifs ou pour lesquels l'Inde est déficitaire [33]. En outre, une réduction de l'appui aux céréales permettrait probablement de mieux équilibrer l'alimentation humaine encore trop peu diversifiée en protéines et en lipides [34].

Si les Indiens réclament une certaine libéralisation intérieure, ils sont généralement peu disposés à ouvrir leur marché agricole à la compétition internationale. Les négociateurs indiens à l'OMC ont réussi à limiter l'ouverture du marché intérieur en remplaçant les restrictions quantitatives aux importations par des taxes douanières qu'ils ont maintenues très élevées, jusqu'à 100 % pour les produits de base, 150 % pour les produits transformés et 300 % pour les huiles [35, 36]. Les céréales sont détaxées et les huiles de soja, de colza, de moutarde et d'olive sont taxées à 45 % [33, 37]. Ces taxes aux importations sont particulièrement utiles aux gouvernements indiens puisqu'elles représentent près d'un quart des recettes de l'État.

Les tentatives de réduire les subventions aux intrants et à la production de céréales se heur-

tent rapidement aux puissants syndicats des producteurs céréaliers [7]. Il est vrai qu'une baisse des subventions affecterait l'ensemble des producteurs agricoles qui représentent toujours 65 % de la population active indienne. De plus, un retrait des subventions à la consommation affecterait fortement les consommateurs puisque les céréales constituent encore de loin le premier poste budgétaire des ménages indiens, notamment celui des ouvriers agricoles qui représentent la moitié de la population active rurale.

La teneur des prochaines réformes dépendra du poids des différents groupes de pression nationaux. Le lobby des céréaliers domine encore la politique agroalimentaire indienne, notamment les syndicats céréaliers du Pendjab. Les producteurs laitiers, organisés au sein des coopératives, tentent de défendre leurs intérêts face aux grandes industries laitières, mais le secteur laitier, peu subventionné, a pu être plus facilement libéralisé que le secteur céréalier. S'il apparaît que le soutien au secteur céréalier sera probablement réformé, les subventions réduites et en partie réorientées vers les autres filières agricoles, il est difficile de prédire l'ampleur de ces réformes et la rapidité de leur mise en place.

Une ouverture balbutiante au marché mondial

L'avenir de l'intégration agriculture-élevage dans la plaine indo-gangétique est étroitement tributaire de l'ouverture du marché agroalimentaire indien au marché mondial. L'Inde reste très isolée du marché mondial agroalimentaire dont elle représente moins de 1 % des échanges alors qu'elle est le deuxième producteur mondial. Depuis 1991, le gouvernement tente de redresser sa balance commerciale en réduisant certaines restrictions à l'exportation, en particulier celles sur les produits carnés et les fruits et légumes. En 2000, l'agroalimentaire, qui représentait 18 % des exportations indiennes, incluait une part significative de produits animaux, tels que la viande de poulet et de bœuf, de poissons, de crustacés et de cuir. L'Europe, le premier client de l'Inde, achète un quart des exportations agricoles indiennes, soit une dizaine de milliards de dollars mais parmi ces exportations vers l'Europe on trouve peu de produits animaux dont le principal marché est le Moyen-Orient et l'Asie.

Les importations agroalimentaires de l'Inde, qui représentent toujours moins de 2 % du PIB agricole, ne comportent pratiquement plus de lait ou de céréales et sont composées pour 40 % d'huiles végétales, essentiellement d'huile de palme provenant des pays d'Asie du Sud-Est. Les principaux fournisseurs de produits alimentaires sont les pays du groupe de Cairns pour 22 %, l'Amérique du Nord pour

9 % et l'Europe pour 5 % seulement [7]. L'Union européenne est déficitaire vis-à-vis de l'Inde et ce déficit se creuse.

Si l'Inde ne fait pas partie du groupe de Cairns, à savoir les principaux pays exportateurs de produits agricoles, elle appuie les pressions de ce groupe contre le protectionnisme de l'Union européenne, des États-Unis et du Japon. A contrario, le groupe de Cairns, l'UE et les États-Unis font pression sur l'Inde pour réduire ses tarifs douaniers. Lors des dernières négociations de Cancun, l'Inde s'est jointe au groupe des 22 pays en développement qui réclamaient une modération du protectionnisme des pays riches. L'Inde pourrait subir les conséquences de l'échec des négociations de Cancun dans la mesure où elle a peu d'accords bilatéraux pour compenser le recul des accords multilatéraux. Toutefois cette situation lui permet aussi de mieux justifier son protectionnisme et de se concentrer sur son marché intérieur en pleine expansion.

L'analyse des avantages comparatifs des productions agricoles indiennes fournit des perspectives contrastées [9]. L'Inde pourrait devenir un grand exportateur de produits animaux notamment de viande de bœuf et de poulet vers le Moyen-Orient, et pourrait ainsi mieux valoriser ses excédents de céréales. Les produits laitiers sont aussi compétitifs mais, pour devenir un exportateur laitier significatif, il faudra faire des efforts considérables pour améliorer la qualité sanitaire. Pour l'instant, les industriels du secteur laitier indien hésitent à exporter du lait sur un marché mondial déprimé par les excédents des agricultures fortement subventionnées, et visent principalement le marché intérieur en espérant que l'État continuera à taxer lourdement les produits transformés importés, essentiellement européens.

L'Inde est devenue un exportateur régulier de céréales mais éprouve des difficultés à écouler son énorme stock de blé et de riz. Les coûts de la mise en marché à l'export sont élevés en partie à cause des distances entre les zones de production et les ports, et de la vétusté des installations portuaires [38]. Par ailleurs, la production annuelle indienne de riz est telle qu'elle ne peut pas exporter beaucoup plus de riz sans affecter les prix mondiaux à la baisse. Ce stock de céréales ne doit toutefois pas faire croire que le marché indien des céréales est définitivement saturé. La demande humaine en céréales de l'Inde devrait encore croître significativement d'ici 2020 à cause de la croissance démographique. Les besoins du secteur avicole mais aussi laitier vont augmenter leur consommation et les pays voisins d'Asie du Sud (700 millions de consommateurs en 2030) et de certains pays de l'Asie du Sud-Est vont accroître leurs importations [5]. L'Inde serait alors bien placée pour répondre à ces nouvelles de-

mandes. L'Inde possède en outre un avantage comparatif certain pour les riz parfumés et les riz basmati notamment vers les pays développés. Pour le blé, l'Inde serait moins compétitive sur le marché mondial que les pays qui peuvent mécaniser sur des grandes surfaces ou produire sans irrigation massive comme les pays du groupe de Cairns, les États-Unis ou l'Europe.

Si les exportations traditionnelles de thé, de café et de coton n'ont pas non plus un grand avenir car leurs marchés sont régulièrement saturés, l'Inde dispose d'un considérable potentiel à l'export dans les fruits tropicaux et les légumes [39]. La mangue représente déjà 15 % du marché mondial et 39 % des exportations indiennes de fruits.

Officiellement l'Inde n'exporte pas encore de produits à base d'organismes génétiquement modifiés (OGM) mais depuis 2000 les producteurs de coton emploient avec un certain succès des OGM résistants aux insectes (Cotton bt). Comme les graines de coton sont utilisées pour extraire de l'huile ou pour produire des tourteaux, qui sont parfois exportés, les Indiens vont devoir envisager la séparation des filières et la labélisation des exportations. Si pour le coton, l'intérêt des OGM semble accepté grâce à son efficacité contre les ravageurs devenus résistants aux pesticides, pour les autres cultures l'intérêt des OGM reste très discuté [40]. La recherche publique indienne a beaucoup investi dans les biotechnologies en travaillant sur des caractères spécifiques à la problématique indienne comme la résistance des cultures aux carences dans la fertilité des sols et une moindre consommation d'eau, mais beaucoup d'experts estiment qu'avant d'avoir recours à des technologies de pointe comme les OGM, l'Inde peut améliorer considérablement ses performances par une meilleure gestion des infrastructures, des filières et des ressources naturelles notamment en appuyant les synergies entre l'agriculture et l'élevage [40].

Conclusion : vers un retour de l'élevage

Contrairement aux agricultures des pays industrialisés dont les producteurs tendent à se spécialiser, l'agriculture des plaines indo-gangétiques indiennes est aujourd'hui dans une phase de plus grande diversification, notamment vers l'élevage laitier. L'actuelle crise de surproduction céréalière indienne touche particulièrement la plaine indo-gangétique, poussant un nombre croissant de céréaliers à développer la production laitière, au point de

faire de la région le bassin laitier de l'Inde, à côté des États voisins du Gujarat et du Maharashtra.

En fait la révolution verte n'avait que modérément désolidarisé l'agriculture et l'élevage et la grande majorité des exploitations a toujours disposé de quelques têtes de vaches ou de buffles. Grâce à l'opération « flood » qui dans les années quatre-vingt a transformé le secteur coopératif laitier, et grâce aux investissements privés depuis 1991, la production laitière croît très rapidement. Pour les producteurs de la plaine indo-gangétique, les avantages de l'élevage laitier sont importants : un marché plus porteur que celui des céréales, une activité complémentaire aux productions végétales, un revenu journalier, des coûts de production très modérés qui valorisent bien la main d'œuvre disponible, une activité adaptée aux petites exploitations indiennes, une assurance contre les aléas, une caisse d'épargne, un excellent appoint alimentaire et un pourvoyeur de fumier. Un autre avantage de l'élevage est que les femmes et les paysans sans terre y sont plus impliqués que dans la céréaliculture.

Nos simulations à partir d'un modèle de programmation mathématique récursif confirment que la céréaliculture et l'élevage sont très complémentaires dans les exploitations de la plaine indo-gangétique et que les revenus de l'élevage pourraient compenser les effets d'une baisse des subventions à la production céréalières et aux intrants. Par contre, une baisse trop importante de ce soutien qui affecterait la production de céréales et de pailles, peut aussi pénaliser l'élevage dans la mesure où une forte

baisse de la production de céréales réduirait les pailles disponibles pour l'affouragement.

L'avenir de l'élevage indien semble particulièrement prometteur puisque la demande humaine en produits laitiers va continuer à croître rapidement alors que l'avenir de la demande en céréales est beaucoup plus incertain. Quant à la viande bovine, son avenir dépend des futures orientations gouvernementales, un assouplissement de la législation pouvant favoriser la viande rouge à l'exportation et même dans le pays.

L'avenir de l'élevage dépend aussi en partie des politiques céréalières, dans la mesure où le soutien quasi exclusif à la production céréalière a certainement entravé le développement de l'élevage laitier. Les gouvernements indiens ont beaucoup de mal à réorienter ce soutien en raison du poids politique des lobbies céréalières, mais le déficit budgétaire du gouvernement central et des États fédéraux est tel que ce soutien devra probablement être réduit, ce qui va probablement encourager les producteurs céréalières à se diversifier vers des productions jusque-là négligées, comme l'élevage ou les oléagineux. Une meilleure intégration entre l'agriculture et l'élevage permettrait de mieux répondre aux nouveaux besoins du marché intérieur, tout en maintenant les revenus des petits producteurs et des sans-terres, mais contribuerait aussi à une meilleure gestion des ressources en eau et en terre, en somme une « double révolution verte » qui continuerait à démentir le pessimisme du Mahatma Gandhi et de Amartya Sen.

Encadré 1.

La plaine indo-gangétique

Située dans le nord-ouest de l'Inde, la plaine indo-gangétique recouvre essentiellement les petits États du Pendjab, de l'Haryana, et de l'ouest de l'Uttar Pradesh, ce qui représente une surface relativement modeste par rapport au reste de l'Inde (carte 2). C'est par contre une des régions les plus peuplées avec selon les districts des densités avoisinant 500 habitants au km² et pouvant dépasser 900 dans certains districts ruraux proches de Delhi.

La plaine indo-gangétique est le berceau de la révolution verte et reste le grenier à céréales de l'Inde. Son dynamisme et sa relative prospérité s'expliquent surtout par l'usage systématique de l'irrigation à partir de barrages sur les fleuves, et de plus en plus par le pompage individuel dans les nappes phréatiques. L'autre explication du dynamisme de la région tient à la proximité de la capitale, New Delhi, qui outre ces 14 millions de consommateurs, offre des capitaux et des avantages politiques importants à l'agriculture de la zone. Ce sont les producteurs de la plaine indo-gangétique qui emploient proportionnellement le plus de machines, d'engrais et d'eau par unité de surface, qui reçoivent le plus de subventions, et qui génèrent les plus hauts revenus par unité de surface. Les lobbies céréalières du Pendjab ont une forte influence sur la formulation des politiques agricoles, mais celles-ci ont conduit à la crise de surproduction céréalière actuelle, ce qui renforce l'orientation laitière, dont la région est devenue un des premiers producteurs de l'Inde.

Encadré 2. Les oléagineux en Inde

L'Inde est le quatrième producteur d'oléagineux au monde (le cinquième si on regroupe les pays de l'UE) mais aussi le premier importateur mondial d'huiles végétales. La production d'oléagineux provient essentiellement de l'arachide produite dans le sud, du colza et de la moutarde produits dans la plaine indo-gangétique, de plus en plus du soja produit au centre du pays, et du tournesol produit dans le sud-ouest. Ces quatre cultures majeures se substituent progressivement à une bonne douzaine d'autres cultures oléagineuses annuelles et pérennes. A la fin des années 1980, l'Inde avait lancé une révolution « jaune » sur le modèle de la révolution « blanche » qui a consisté à recycler une partie des ventes de l'aide internationale dans la modernisation des filières coopérativistes, mais aussi et surtout à réduire le pouvoir d'une bureaucratie très corrompue alors aux commandes de la filière oléagineuse [7]. A partir de 1988, la production indienne a effectué un bond spectaculaire permettant de réduire considérablement les importations, mais la persistance de prix intérieurs élevés et la forte carence en lipides des populations pauvres ont conduit les autorités à faciliter l'importation d'huiles étrangères au milieu des années 1990, notamment d'huile de palme de Malaisie et d'Indonésie et d'huile de soja d'Argentine et du Brésil, alors très bon marché. Aujourd'hui, pratiquement la moitié de la consommation d'huile alimentaire indienne est importée.

Les difficultés de la filière céréalière vont-elles favoriser la production d'oléagineux ? Certains le pensent mais dans les parcelles irriguées les marges des céréales restent nettement supérieures aux marges des oléagineux. Les oléagineux sont principalement des cultures de zones sèches ou de saison sèche donc peu en concurrence avec les céréales. De plus, les prix relatifs des oléagineux sont maintenus relativement bas pour encourager la consommation d'huile par les plus pauvres.

Remerciements. Ce document est issu de recherches effectuées par le Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD) en collaboration avec le Centre des sciences humaines (CSH) de New Delhi, et financées essentiellement par le ministère des Affaires Étrangères (Bourse Lavoisier) et PLURAGRI.

RÉFÉRENCES

1. RAVEN P. Science, sustainability, and the human prospect. *Science* 2002 ; 297 : 954-8.
2. FAOSTAT. *FAO statistical database*. Rome : FAO, 2004.
3. TARAVELA R, BARBIER B, DORIN B. *Le changement alimentaire en Inde pèsera-t-il sur le marché mondial ?* Paris : CIRAD-Ecopol, 2002 : 69.
4. BHALLA GS, HAZELL P, KERR J. IFPRI 2020 paper. *Prospects for India's cereal supply and demand to 2020*. Washington DC : IFPRI, 1999.
5. KUMAR P. Food Demand and Supply Projections For India. *Agricultural Economics Policy* 1998 : 141 ; 98-01.
6. BANSIL PC. *Demand for food grain by 2020*. New Delhi : P.C. Bansil, 1999.
7. DORIN B, LANDY F. *Agriculture et alimentation de l'Inde : Les vertes années (1947-2000)*. Paris : INRA, 2002.
8. ABDULAI AWUDU JDK, SHARMA ASHOK K. Household food demand analysis in India. *Journal of Agricultural Economics* 1999 ; 50(2) : 316-27.
9. NATIONAL DAIRY RESEARCH INSTITUTE. *Research: Dairy Economics, Statistics and Management*. <http://ndri.nic.in/default.htm>, 2001.
10. EPW. *Livestock : Banning slaughter*. Editorial Economic and Political weekly, 2003.
11. LANDY F. *Paysans de l'Inde du Sud : le choix et la contrainte*. Paris : Karthala, 1994.
12. INDIAN MARKET RESEARCH BUREAU. *Third Nation Food Survey*. Delhi : Indian Market Research Bureau, 2002.
13. SINGH K, KALRA S. *Rice production in Punjab : Systems, Varietal Diversity and Sustainability*. Economic and Political Weekly, 2002.
14. WORLD BANK. *India water resources management sector review*. Washington DC. 1998.
15. RATNA REDDY V. *Land degradation in India Extent, costs*. Economic and Political Weekly, 2003.
16. JOSHI PK, GULATI A, BIRTHAL PS, TEWARI L. *Agriculture diversification in South Asia : patterns, determinants and policy implications*. Washington DC : International Food Policy Research Institute, 2003 : 51.
17. FAN S, HAZELL P, THORAT S. *Government Spending, Agricultural Growth, and Poverty in Rural India*. *American Journal of Agricultural Economics* 2000.
18. MINAG. *Agricultural statistics at a glance*. New Delhi : Ministry of agriculture, 2003.
19. AGPB. *Contact, revue bimestrielle*. 33 http://www.agpb.fr/fr/chiffre/recolte_monde.asp, 2004.
20. SHARMA VP, DELGADO CL, STAAL S, SINGH RV. *Annex III : Livestock industrialization project : Phase II : Policy, technical and environmental determinants and implication of the scaling up of milk production in India*. Rome : FAO, 2003.
21. LANDY F. Entre villes et campagnes la politique alimentaire de l'Inde. In : *Villes et campagnes dans les pays du Sud*, D.A. Chaléard JL, Paris : Karthala, 1999 : 21-45.
22. RAO PP, BHOMICK T, KAR D. *Mixed crop livestock systems in India* ICRISAT. 2003.
23. NAMBIAR KKM. Major Cropping Systems in India. In : *Agricultural sustainability Economic, Environmental and Statistical Considerations*, Barnett V, Rayne R, Steiner R eds. New York : John Wiley and Sons, 1995.
24. KUMAR RP, JOSHI PK, JOHANSEN C, ASOKAN M. *Total Factor Productivity of Rice-Wheat Based Cropping Systems in India- Role of Legumes*. Hyderabad : ICRISAT, 1997, 29.
25. VENKATESHWARLU S, SEN A. *Economic and Political weekly. Fertilizer industry in India : Moulded by government policies*, 2002.
26. MEHTA R, NAMBIAR RG, DELGADO CL, SUBRAMANYAM S. *Annex II : Livestock industrialization project : Phase II : Policy, technical and environmental determinants and implication of the scaling up of broiler and egg production in India*. FAO : Rome, 2003.
27. DOORNBOS M, GERTSCH L. Dairy aid and development : current trends and long-term implications of the Indian case. In : *Food aid reconsidered : assessing the impact on Third World countries*, ECaO Stokke eds., 1991 : 485-508.
28. SAWANT SD. Book review of Food Demand and Supply Projections for India by Praduman Kumar. *Indian Journal of Agricultural Economics* 2000 ; 55(1).
29. ALARY V, DEYBE D. *Is water tariff reform possible in India ? The case of Haryana producers*. Paris : CIRAD Ecopol, 2001.
30. ALARY V, DEYBE D. Impacts of different water tariff reforms on rural livelihood and water and public resource in India? The case of Haryana Producers. *Biennial Conference of the International Society for Ecological Economics*, Sousse, Tunisie.
31. PINGALI PL, ROSENGRANT MW. Confronting the environmental consequences of the green revolution in Asia. *Environment and Production Technology Division Discussion Paper*, 1994, 2.
32. AGGARWAL PK, KALRA N, KUMAR S, et al. Trade-off between cereal production and environmental impact, In : *Synthesis of methodology development and case studies*, Roetter RP, Van Keulen H, Laar HH eds. Los Banos, Philippines : International Rice Research Institute, 2000.

33. GULATI A. Trade and Agriculture: Potential Benefits and Problems. A Reading from India's Perspective. In : *Agriculture and the World Trade Organisation Indian and French Perspective*, Bhalla JLRGS, Landy F eds. Paris : Editions de la Maison des Sciences de l'Homme, 2002.
34. DORIN B. Food policy and nutritional security. *Economic and Political Weekly* 1999 ; XXXIV 26.
35. ACHARYA SS. Food Security and New International Trade Agreement. In : *Agriculture and the World Trade Organisation Indian and French Perspective*. Paris : Editions de la Maison des Sciences de l'Homme, 2002.
36. BHALLA GS. After Seattle. Issues for the New Round of Negotiations: an Indian Perspective. In : *Agriculture and the World Trade Organisation Indian and French Perspective*, Bhalla JLRGS, Landy F eds. Paris : Editions de la Maison des Sciences de l'Homme, 2002.
37. DORIN B. *L'Inde dans le commerce agricole international : Conditions et bilan de mise en oeuvre des accords de Marrakech*. Notes et études économiques 2001 : 13.
38. BEUZIT M, BOUGAMONT O. Demain, l'Inde choisira-t-elle d'exporter son blé ? *ESA* 2001.
39. KUMAR P. Market Prospects for Upland Crops in India, Workin Paper, ed. C Cenr. Boggghor : CGPRT, 1996.
40. SCOONES I. Biotech Science, Biotech Business: Current Challenges and Futures Propects. *Economic and Political Weekly* 2002. ■